

Über den Aussagewert der Routine-p.-a.-Übersichtsaufnahme des Thorax für die Diagnostik des chronischen Cor pulmonale

Vergleichende Untersuchung an pathologisch-anatomischen Befunden und prä mortal angefertigten Röntgenaufnahmen

von

Friedrich Weidig

aus

Bamberg



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546212_0058

Aus der Kurklinik Lautergrund der Landesversicherungsanstalt Berlin
Kurklinik für innere Krankheiten, Schwabthal/Ofr.
(Ärztlicher Direktor: Priv. Doz. Dr. Dr. C. D. Bloedner)
und dem Pathologisch-anatomischen Institut
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. V. Becker)

Über den Aussagewert der Routine-p.-a.-Übersichtsaufnahme des Thorax für die Diagnostik des chronischen Cor pulmonale

Vergleichende Untersuchung an pathologisch-anatomischen Befunden und prä mortal angefertigten Röntgenaufnahmen

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde

der Medizinischen Fakultät

der Friedrich-Alexander-Universität

Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Friedrich Weidig

aus

Bamberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten
Referent: Prof. Dr.Dr. C.D. Bloedner
Korreferent: Prof. Dr. V. Becker
Tag der mündlichen Prüfung: 12.05.1980

Meinen Eltern gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I.) Aufgabenstellung	1
II.) Material und Methodik	
A.) Untersuchungsgut	2
B.) Röntgenologische Beurteilung der Thoraxübersichtsaufnahme	5
C.) Pathologisch-anatomische Beurteilung des rechten Herzens	10
D.) Beurteilung der papiermontierten Lungengroßflächenschnitte	11
III.) Bisherige Erkenntnisse über die röntgeno- logische Diagnostik des Cor pulmonale chronicum	13
IV.) Statistische Auswertung der Daten Ergebnisse	20
A.) Silikose und Cor pulmonale	21
B.) Emphysem und Cor pulmonale	27
C.) Kontrollgruppe und Cor pulmonale	36
D.) Synopsis der Ergebnisse	44
V.) Diskussion	46
VI.) Zusammenfassung	51
VII.) Literaturangaben	53

I.) Aufgabenstellung

Ein Cor pulmonale chronicum läßt sich erst im Spätstadium an sicheren diagnostischen Hinweisen auf dem p.-a.-Thoraxröntgenbild erkennen. Als pathognomonisch verwertbare Zeichen gelten die Vergrößerung des rechten Ventrikels und Stauungszeichen im Lungparenchym.

Anhand sicher zu objektivierender pathologisch-anatomischer Befunde eines Cor pulmonale chronicums (192 Fälle) und einer Anzahl von 454 Fällen ohne Cor pulmonale chronicum wurden die prämortalen Thoraxübersichtsaufnahmen unter Beurteilung von verschiedenen Parametern analysiert.

Ziel unserer Untersuchung war es festzustellen, ob es auf der Routine-Thoraxübersichtsaufnahme röntgenologisch faßbare Zeichen gibt, die in einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Cor pulmonale chronicum gebracht werden können, bevor es ein Spätstadium erreicht.

Außer den Sektionsprotokollen und den prämortalen Röntgenaufnahmen standen für die Beurteilung noch papiermontierte Großflächenschnitte der Lunge zur Verfügung, aus denen Emphyseme der verschiedenen Formen, Quarzstauberkrankungen der Lunge und Fälle ohne diese pulmonalen Erkrankungen objektiviert werden konnten.

Die statistische Auswertung erfolgte getrennt bei den Fällen mit Silikose, mit Emphysem und dem Kollektiv ohne diese Lungenerkrankungen.

II.) Material und Methode

A.) Untersuchungsgut

Das Untersuchungsgut war durch die am Pathologisch-anatomischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg vorliegenden papiermontierten Lungengroßflächenschnitte vorgegeben. In insgesamt 825 Fällen konnten weitere Unterlagen wie Krankengeschichten, Thoraxröntgenbilder und Sektionsprotokolle beschafft werden.

Die Lungengroßflächenschnitte waren in der Zeit von Juli 1964 bis April 1975 am Pathologisch-anatomischen Institut angefertigt worden.

In unsere Studie über die 825 verstorbenen Patienten wurden 638 Männer und 187 Frauen aufgenommen. Die Altersverteilung zeigte folgendes Bild:

Altersgruppen (Angabe in Lebensjahren)	Anzahl der Personen
unter 25	14
25 bis unter 35	22
35 bis unter 45	42
45 bis unter 55	69
55 bis unter 65	218
65 bis unter 75	305
75 bis unter 85	130
85 und älter	25
Summe	825

Die zugehörigen klinischen Daten der untersuchten Patienten stammten aus folgenden Archiven:

Archiv der Medizinischen	
Universitätsklinik Erlangen	465 Fälle
Archiv der Chirurgischen	
Universitätsklinik Erlangen	230 Fälle
Archiv der Berufsgenossenschaft	
Glas und Keramik in Würzburg	128 Fälle
Summe	<u>823 Fälle</u>

In 2 Fällen ließ sich der Nachweis über die Herkunft der klinischen Daten nicht mehr führen.

Eine der wichtigsten klinischen Unterlagen war für uns die p.-a.-Thoraxröntgenaufnahme. Wir stützten uns bei der Beurteilung auf die röntgenologischen Veränderungen, die wir auf der letzten prä mortal angefertigten Aufnahme erkennen konnten.

Nur bei 642 Patienten konnte der zeitliche Abstand zwischen dem beurteilten Röntgenbild und dem Tod festgestellt werden.

Zeitintervall zwischen Thoraxaufnahme und Tod	Anzahl der Patienten
0 bis 3 Tage	243
4 bis 30 Tage	217
31 bis 300 Tage	84
über 300 Tage	98
Summe	<u>642</u>

Wir haben auch die Fälle, bei denen dieser Parameter nicht festzustellen war, in unsere Untersuchung aufgenommen, da

- 1) die Entwicklung des Cor pulmonale chronicum sich ohne hin über Jahre hinzieht,
- 2) aufgrund der sonstigen vorhandenen Krankenunterlagen zu erwarten war, daß sich diese Fälle im Rahmen der oben an-

geführten Intervallen hielten,

- 3) wir bei unserer Untersuchung angesichts der langsamen Entwicklung des chronischen Cor pulmonale nicht zwischen einzelnen Zeitintervallen differenzieren wollten.

Aus dem beschriebenen Kollektiv von 825 Patienten wurden definitiv 646 Fälle in die Untersuchung aufgenommen, da nur bei diesen verwertbare Aussagen über das pathologisch-anatomische Erscheinungsbild des rechten Herzens aus den Sektionsprotokollen entnommen werden konnten. Die übrigen Fälle mußten ausgeschlossen werden, da bei ihnen weder der positive noch der negative Nachweis eines chronischen Cor pulmonale zu führen war.

Differenziert nach den verschiedenen Gruppen unserer Untersuchung verteilten sich die Fälle folgendermaßen:

	Anzahl der Patienten
1) Silikosegruppe	124
davon:	
mit chronischem Cor pulmonale	92 Fälle
ohne chronischem Cor pulmonale	32 Fälle
2) Emphysemgruppe	420
davon:	
mit chronischem Cor pulmonale	88 Fälle
ohne chronischem Cor pulmonale	332 Fälle
3) Kontrollgruppe	102
davon:	
mit chronischem Cor pulmonale	12 Fälle
ohne chronischem Cor pulmonale	90 Fälle
Summe	646

Bei 192 der untersuchten Patienten lag also ein chronisches Cor pulmonale vor. In 454 Fällen wurde bei der Sektion ein unauffälliger rechter Ventrikel gefunden.

B.) Röntgenologische Beurteilung der Thoraxübersichtsaufnahme

Bei der röntgenologischen Beurteilung der Thoraxübersichtsaufnahme wurden folgende Parameter beurteilt, differenziert und statistisch ausgewertet:

- 1) Lungengerüstzeichnung (in Klammern die jeweils in folgenden verwendeten Kurzbezeichnungen für das Merkmal):
normal (normal)
vermehrt, d.h. keine atypischen Lungenstrukturen erkennbar; die normale Lungenzeichnung in ihrer Intensität vermehrt (vermehrt)
fleckige Strukturen mit Durchmessern der Einzelflecken von 1.5 - 3mm (fleckig 1.5 bis 3mm)
fleckige Strukturen mit Durchmessern der Einzelflecken von 3 - 5mm (fleckig 3 bis 5mm)
fleckige Strukturen mit Durchmessern der Einzelflecken von mehr als 5mm (fleckig über 5mm)
fleckig-streifige Veränderungen (fleckig-streifig)
großflächige Veränderungen, d.h. als große Verschattungen imponierende Verdichtungen des Lungenparenchyms (großflächige Veränderungen)
- 2) Durchmesser der Pars intermedia der rechten Pulmonalarterie:
bis 15mm (einschließlich)
über 15mm
- 3) Kaliberabbrüche der Lungengefäße in der Peripherie:
keine Kaliberabbrüche
Kaliberabbrüche
- 4) Transparenzunterschied zwischen Mittel- und Unterfeld der Lunge:
kein Transparenzunterschied
Transparenzunterschied

- 5) Thoraxform:
normal
glockenförmig
faßförmig
erhebliche Wirbelsäulendeformität
- 6) Zwerchfellhöhe, beurteilt wurde das rechte Hemidiaphragma. Gemessen wurde vom höchsten Punkt der Zwerchfellkuppel, von dem wir das Lot auf die Verbindungslinie zwischen den tiefsten Punkten der beiden Sinus phrenicocostales fällten. Die Höhe des Lotes entspricht unserem Meßwert. Wir unterschieden 2 Gruppen:
bis 40mm (einschließlich)
über 40mm
- 7) Zwerchfellwinkel, gemessen am rechten Hemidiaphragma als Winkel zwischen der Tangente an der Zwerchfellkuppel und der Verbindungslinie zwischen den tiefsten Punkten der beiden Sinus phrenicocostales. Wir unterschieden die Größe des Winkels nach 2 Gruppen:
bis 45 Grad (einschließlich)
über 45 Grad
- 8) Pleuraveränderungen, wir unterschieden nach der pathologisch-anatomisch festgestellten Lokalisation folgende Gruppen von Pleuraveränderungen:
normal, d.h. keine Pleuraadhäsionen
basale Adhäsionen
lateral-basale Adhäsionen
apikale Adhäsionen
generalisierte Adhäsionen, d.h. multipel auftretende Adhäsionen im Bereich der gesamten Pleura.

Ad 1)

Bei der Beurteilung der Lungenstruktur folgten wir der ILO - U/C - Klassifikation (vereinfachte Kurzfassung 1971 SYLLA).

Dabei entsprechen die von uns als großflächige Verschattungen angesprochenen Veränderungen den ILO - Codegruppen A/B/C. Die fleckigen Veränderungen unseres Schemas beziehen sich - bei modifizierter Größendifferenzierung - auf die Punkte p/q/r der internationalen Klassifikation. Das Merkmal "fleckig-streifig" sollte röntgenologische Veränderungen, wie sie z.B. bei der Emphysebronchitis gefunden werden, erfassen.

Ad 2)

Der Durchmesser der Arteria pulmonalis wurde auf der rechten Seite an der Pars intermedia gemessen. In der Regel ist dort die Breite, die wir dem Durchmesser gleichsetzten, recht gut zu bestimmen. Eine Abgrenzung des Gefäßschattens von den Nachbarstrukturen gelang meist einwandfrei. Entsprechend den Angaben von THURN und ARNOLD betrachteten wir den Wert von 15mm für die Breite der Pars intermedia als Grenzwert. Werte über 15mm erachteten wir für pathologisch.

Zur Dilatation des arteriellen Gefäßes durch die Druckerhöhung als Folge der Rarefizierung des peripheren Lungengefäßsystems haben SCHERNJULY sowie GAMBU und NADEL ausführlich Stellung genommen.

Ad 3)

Beim Vorliegen von Kaliberabbrüchen kommt es röntgenologisch nicht zu einer kontinuierlichen Verjüngung der Lungengefäße in der Peripherie, sondern zu einem abrupten Verschwinden der vaskulären Strukturen.

Als Ursachen werden verschiedene Mechanismen diskutiert:

- a) regulatorische Engerstellung der arteriellen Lungengefäße, von REINDELL und DOLL als "Hilusamputation" bezeichnet.

- b) Zerstörung der elastischen Fasern in der Gefäßwand der pulmonalen Hauptarterien mit anschließender Dilatation. Der Übergang von den ektatischen Hauptarterien zu den normalweiten mittleren Arterien vom muskulären Typ imponiert als Kalibersprung (GIESE)
- c) Gefäßobliterationen im Bereich der peripheren Arterien (NUMBERGER)
- d) durch Engstellung oder Obliterationen peripherer Arterien wird der Wert von 1mm Strukturgröße erreicht, womit die Grenze der röntgenologischen Detaillierkennbarkeit unterschritten ist (NUMBERGER). Die Strukturen werden "weggeleuchtet".

Ad 4)

Bereits 1901 hat HOLZKNECHT in einer vermehrten Transparenz der Lungenbasis einen Hinweis auf das Vorliegen eines Emphysems gesehen. Weitere Autoren teilen diese Ansicht (NUMBERGER, REINDELL und DOLL). Sie gehen von der Vorstellung aus, daß sich die Verdünnung der Lungenstrukturen beim Emphysem im Bereich der größten Thoraxtiefe, d.h. in den Lungenunterfeldern, wo die Röntgenstrahlen bei der p.-a.-Aufnahme das meiste Lungengewebe durchstrahlen, am deutlichsten bemerkbar macht. Es wurde jedoch nachgewiesen, daß diese Erscheinung durch unterschiedliche Weichteilbedeckung sowie durch röntgentechnische Manipulationen (unterschiedliche Belichtung, Entwicklung usw.) wesentlich beeinflusst werden kann (FRIK, FELSON).

Trotz seiner beschränkten Aussagekraft (HAWLITSCHKE) wurde dieser Parameter unter der Vorstellung ihn kritisch auf seinen Aussagewert zu prüfen in unserer Untersuchung mitgeführt.

Ad 5)

Bei den von der Norm abweichenden Thoraxformen, wie z.B. beim faßförmigen oder glockenförmigen Thorax, kommt es zu

einer Vergrößerung des Thoraxvolumens. Diese vergrößerten Thoraxvolumina werden in einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Emphysem gebracht (FRIK, MANECKE).

Ad 6) und ad 7)

Verschiedene Untersucher (SCHMIDT, FRIK) geben die Abflachung des Zwerchfelles als wichtiges Hinweiskriterium für das Vorliegen eines Emphysems an. Allerdings fordern sie dabei als Voraussetzung für eine exakte Beurteilung das Einhalten gewisser Bedingungen, vor allem bezüglich der Atemlage im Moment der Aufnahme. Als Grenzwert nehmen sie den Wert von 40 mm an, gemessen über der Verbindungslinie zwischen den beiden Sinus phrenicocostales und dem höchsten Punkt des Zwerchfelles. Eine Abflachung unter diesen Grenzwert gilt ihnen als Hinweis auf ein Emphysem.

Die Verminderung der Steilheit des Anstieges der Zwerchfellkuppel wird ebenfalls als verwertbarer Parameter für die Diagnose des Emphysems diskutiert (SCHMIDT, MANECKE). Als diagnostisch verwertbar gilt eine Verringerung des Zwerchfellwinkels auf weniger als 45 Grad. Gemessen wird im Sinus phrenicocostalis. Den einen Schenkel des Winkels bildet die Verbindungslinie zwischen den beiden Sinus phrenicocostales, den anderen die Tangente an der Zwerchfellkuppel.

Der Wert der beiden Parameter ist allerdings umstritten. Die Abflachung des Zwerchfelles und die Steilheit des Zwerchfellwinkels ist in hohem Maße vom Grad der Inspiration des Patienten im Moment der Röntgenaufnahme abhängig und somit subjektiv beeinflussbaren Größen unterworfen. Vergleichbare Ergebnisse lassen sich daher nur erzielen, wenn man ein exakt standardisiertes Vorgehen bei der Röntgenaufnahme, d.h. Anfertigen der Röntgenaufnahme in maximaler Inspiration, einhält.

C.) Pathologisch-anatomische Beurteilung des rechten Herzens

Die Beurteilung des rechten Herzens und des Ausmaßes seiner Veränderungen erfolgte anhand von Unterlagen, die den entsprechenden Sektionsprotokollen entnommen wurden. Verwendet wurde die deskriptive Beurteilung des Grades der Rechtsherzveränderung und der Wert der Wandstärke des rechten Ventrikels, der bei der Sektion durch Messung am anatomischen Präparat gewonnen wurde. Der Versuch weitere pathologisch-anatomische Parameter, wie z.B. das Gewicht des rechten Ventrikels als direktes Maß der Hypertrophie dieses Herzteiles, in die Untersuchung miteinzubeziehen scheiterte an der geringen Fallzahl derartiger Präparationen.

Als Grenzwert der normalen Wandstärke des rechten Ventrikels nahmen wir 5mm an (SANDRITTER, SMITT und SCHNELLBÄCHER). Darüber liegende Werte betrachteten wir als Hinweis auf eine Hypertrophie.

Bei der Gegenüberstellung der deskriptiven Beurteilung der Rechtsherzveränderungen und den gemessenen Ventrikeldicken zeigte sich ein hohes Maß an Übereinstimmung zwischen beiden Parametern (siehe Tab.1). Wir nahmen daher als Maßstab für das Cor pulmonale chronicum bei unseren weiteren Untersuchungen den Parameter der deskriptiven Beurteilung als Grundlage.

D.) Beurteilung der papiermontierten Lungengroßflächen-schnitte

Die im Pathologisch-anatomischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg vorliegenden papiermontierten Lungengroßflächen-schnitte wurden von uns auf pathologische Veränderungen des Lungenparenchyms untersucht. Vor allem interessierte uns, ob und in welchem Ausmaß silikotische oder emphysematöse Destruktionen nachzuweisen waren.

Zur genauen Untersuchung unterteilten wir jeden Schnitt in 3 Abschnitte: Oberfeld - Mittelfeld - Unterfeld.

Bei der Silikosebeurteilung unterschieden wir 4 Ausprägungen:

- a) keine Silikose (= 0)
- b) leichte Silikose (= 1)
- c) mittelschwere Silikose (= 2)
- d) schwere Silikose (= 3)

Die Gesamtintensität der silikotischen Veränderungen auf dem gesamten Lungenabschnitt ergab sich durch Addition der Beurteilung der Einzelabschnitte.

Bei der Emphysebeurteilung differenzierten wir die Erscheinungen nach 5 Ausprägungen:

- a) kein Emphysem (= 0)
- b) minimales Emphysem (= 1)
- c) leichtes Emphysem (= 2)
- d) mittelschweres Emphysem (= 3)
- e) schweres Emphysem (= 4)

Durch Addition der in Oberfeld, Mittelfeld und Unterfeld ermittelten Werte erhielten wir die Gesamtintensität.

Bei den von uns verwendeten Großflächenschnitten der Lunge waren die Schnitte in der Sagittalebene im Bereich der größten Circumferenz der Lunge angelegt worden. Wir beurteilten jeweils das Präparat, das die Lungenstruktur am besten wiedergab.

Von den 825 Patienten waren in 527 Fällen Schnitte der

rechten Lunge angelegt worden, in 140 Fällen Schnitte der linken Lunge. In 158 Fällen waren Präparate von beiden Lungen vorhanden.

Zur Technik der Herstellung von Lungengroßflächenschnitten

Die Technik wurde von GOUGH und WENTWORTH angegeben und von BRUNNER modifiziert.

Die bei der Sektion gewonnenen, unter Schonung der Pleura visceralis aus der Brusthöhle gelösten Lungen werden über den Bronchusstumpf mit 10-prozentiger Formollösung gefüllt. Nach erfolgter Fixierung werden dann 2-5cm starke, planparallele Organscheiben angefertigt. Diese Scheiben werden in Gelatine eingebettet. Nach totaler Durchtränkung des Gewebes werden die Präparate tiefgekühlt, worauf sich dann mit dem Großflächenmikrotom 100 - 150 starke Feinschnitte gewinnen lassen.

Nach einer Zwischenfixierung kann man diese Schnitte auf den endgültigen Träger - Filterpapier oder Cellophanfolie - montieren.

Falls später mikroskopische Untersuchungen an dem fixierten Gewebe vorgenommen werden sollen, lassen sich die Schnitte problemlos demontieren und auf Objektträger übertragen.

Laut BRUNNER ist diese Technik auch für Präparationen von Leber, Gehirn und Plazenta verwendbar.

Einzelheiten über das technische Verfahren finden sich in der Arbeit BRUNNERS.

III.) Bisherige Erkenntnisse über die röntgenologische Diagnostik des Cor pulmonale chronicum

In einer zusammenfassenden Darstellung haben REINDELL und DOLL die Problematik der röntgenologischen Beurteilung des chronischen Cor pulmonale aufgezeigt.

An erster Stelle steht bei ihnen die Beurteilung des Herzens nach Form- und Größenveränderung.

Sie unterscheiden 3 Schweregrade des Cor pulmonale:

a) Stadium I, Stadium des "kleinen Cor pulmonale"

b) Stadium II,

c) Stadium III, Stadium des hypertrophierten Cor pulmonale

Im Stadium I besteht eine Druckbelastung des rechten Ventrikels, der darauf mit einer konzentrischen Hypertrophie reagiert. Trotz der an sich ausreichenden Kompensation ist die Förderleistung eingeschränkt. Die Auswirkungen der Verringerung der Blutmenge, die über den Lungenkreislauf auf den linken Ventrikel zuströmt, äußern sich in einer Inaktivitätsverkleinerung des linken Herzens. Da die Herzfiguration entscheidend vom linken Herzen mitbestimmt wird, erscheint auf dem Thoraxröntgenbild das Herz klein oder höchstens normal groß.

Im Stadium II des chronischen Cor pulmonale kommt es infolge der zunehmenden Kontraktionsschwäche des rechten Ventrikels zu einer Zunahme des diastolischen Füllungsdruckes. Die resultierende Größenzunahme der rechten Herzkammer betrifft vor allem die Ausflußbahn. Das röntgenologische Substrat dieser Veränderungen besteht in einer Zunahme des Tiefendurchmessers des Herzens. Der Transversaldurchmesser und die Herzfläche auf der p.-a.-Thoraxaufnahme ist unauffällig.

Erst im Stadium III werden die Zeichen einer Rechtsherzbelastung röntgenologisch eindeutig faßbar. Durch eine ausgeprägte exzentrische Hypertrophie mit erheblicher Dilata-

tion kommt es zu einer Vergrößerung des rechten Ventrikels und des rechten Vorhofes. Die Restblutmenge im rechten Ventrikel ist vergrößert. Pathologisch-anatomisch liegt eine Gefügedilatation vor, die in der Regel irreversibel ist.

Im p.-a.-Thoraxröntgenbild wird in diesem Stadium die rechte Herzkammer an der linken Seite der Herzkontur randbildend. Der linke Ventrikel ist nach hinten verlagert und meist klein.

Es zeigt sich also, daß die Diagnose des chronischen Cor pulmonale durch die Untersuchung von Herzform und Herzgröße im Röntgenbild speziell im Frühstadium sehr problematisch ist. Wir wollten daher bei Krankheiten, die ein chronisches Cor pulmonale verursachen können, untersuchen, ob es zusätzlich zu den röntgenologisch objektivierbaren morphologischen Veränderungen der Grundkrankheit selbst weitere auf der p.-a.-Thoraxaufnahme faßbare Zeichen gibt, die auf eine chronische Rechtsherzüberlastung hinweisen.

Im Rahmen dieser Arbeit untersuchten wir unter diesem Aspekt Veränderungen bei Patienten mit Silikose und Emphysem.

Neben ihren Untersuchungen am Herzen haben REINDELL und DOLL auch nach pathognomonischen Veränderungen des Lungenhilus und der Lungenperipherie gesucht, die auf das Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale hinweisen. Die Veränderungen werden von ihnen als Folge der pulmonalen Hypertrophie angesehen.

Nach der Auffassung ZDANSKYs kommt es bei der pulmonalen Hypertonie zu einer Aufweitung des Pulmonalisstammes, der beiden Pulmonalarterien und der peripheren vaskulären Verzweigungen. Wie weiterführende Untersuchungen gezeigt haben, ist der Zusammenhang jedoch nicht so eindeutig wie von ZDANSKY dargestellt.

REINDELL und DOLL interpretieren das Fehlen der Aufweitung als Folge eines Kompensationsvorganges in der pulmona-

len Strombahn, wobei die Hauptäste der Arteria pulmonalis durch regulatorische Einflüsse der Dilatation der arteriellen Hilusgefäße entgegenwirken.

GIESE unterscheidet 3 morphologisch differenzierbare Gefäßtypen in der arteriellen Lungenstrombahn.

Er beschreibt die vom Herzen bis in die Subsegmente reichenden Arterien als Gefäße vom elastischen Typ, die ähnlich wie die Aorta eine Windkesselfunktion haben und ca. $1/3$ des Schlagvolumens des rechten Ventrikels speichern können. Im Fall einer pulmonalen Hypertonie kommt es zu einer Vermehrung des kollagenen Gewebes und zu einer Dilatation des Gefäßes. Pathologisch-anatomisch findet man dann eine Ektasie und Sklerose der Arteria pulmonalis.

Als wichtigsten Gefäßbezirk bei der Entwicklung einer pulmonalen Hypertonie bezeichnet GIESE die Arterien vom muskulären Typ, die nur wenige Zentimeter lang von den Arteriae praelobulares bis zu den Arteriae terminales reichen. Sie sind die Hauptwiderstandszone im Lungengefäßsystem. Sie reduzieren den Blutdruck auf die Höhe des Kapillardruckes und stellen somit den wichtigsten Schutzmechanismus gegen eine Hypertonie im kapillaren Gefäßbett dar.

Bei Vorliegen einer pulmonalen Hypertonie kommt es im Bereich dieses zweiten Gefäßbezirkes zu den gravierensten Veränderungen. Auf die Druckbelastung reagieren die Gefäße mit einer Mediaverdickung und Intimaproliferation, die konsekutiv zu organisch fixierten Stenosen oder sogar zu Verschlüssen führen. Die Hypertonie ist damit pulmonal fixiert und irreversibel. Ähnliche Vorgänge werden auch als Ursache der sog. Eisenmenger-Reaktion bei verschiedenen Herzfehlern diskutiert.

Der letzte Gefäßbezirk der arteriellen Strombahn der Lunge, die Arteriolen, reagieren auf die Hypertonie mit Hyalinisierung aller Wandschichten, Fibrose der Adventitia und

teilweise hochgradiger Einengung des Gefäßlumens. Auch diese Veränderungen führen zu einer Fixation des pulmonalen Hochdruckes.

Die Kapillaren selbst bleiben durch die beschriebenen Reaktionen der vorgeschalteten Gefäße in der Regel von den Auswirkungen des erhöhten Blutaruckes verschont. Ihr Blutgehalt ist eher vermindert, solange keine venöse Stauung hinzutritt.

Als röntgenologisches Zeichen dieser pathologisch-anatomischen Veränderungen wäre also eine Dilatation der hilären und hilusnahen Arterien entsprechend der Pulmonalektasie zu erwarten. Als Grundlage der sog. Kaliberabbrüche, d.h. plötzlicher Kalibersprünge der Gefäße, die sich dann peripher dieser Verengungen auf dem Röntgenbild überhaupt nicht mehr erkennen lassen, sind die Stenosen und Verschlüsse der Arterien vom muskulären Typ anzusehen.

Die verminderte Blutfülle der Endstrombahn sollte sich in einer diffusen Aufhellung des röntgenologischen Lungenbildes äußern. Dieser Effekt kann jedoch leicht durch eine venöse Stauung überlagert werden und dadurch verschwinden.

Wir untersuchten unter dem Aspekt relevante Parameter für das Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale zu finden die angeführten Merkmale bei unserem Patientenkollektiv:

- a) Stärke der Pars intermedia der Arteria pulmonalis
- b) Kaliberabbrüche
- c) Transparenzunterschied zwischen Mittel- und Unterfeld der Lunge

Das Gesamtkollektiv unterteilten wir in 3 Gruppen:

- a) Patienten mit Silikose
- b) Patienten mit Emphysem
- c) Kontrollgruppe von Patienten ohne Silikose oder Emphysem.

Selbstverständlich suchten wir auf den Thoraxröntgenauf-

nahmen auch nach den typischen Zeichen dieser Erkrankungen.

Als röntgenologisches Merkmal der Silikose gelten fleckförmige Veränderungen in der Lungentextur. Neben den Flecken, die das röntgenologische Äquivalent der silikotischen Knötchen darstellen, finden sich auch großflächige Veränderungen, auch als großflächige Ballungen bezeichnet, denen pathologisch-anatomisch Schwielen und Strukturverdichtungen durch Schrumpfungsprozesse entsprechen (ZISKIND).

Als Mindestdurchmesser anatomischer Strukturen, die sich auf der Thoraxübersichtsaufnahme noch darstellen, gelten 1,5mm (ILO).

Die typischen silikotischen Knötchen, die bei reinen Silikosen das Bild bestimmen, manifestieren sich als relativ scharf begrenzte, dichte Fleckschatten mit nur geringer Tendenz zum Konfluieren (REICHEL). Als charakteristische Beschreibung gilt das Schlagwort der Schrotkornsilikose. Zu diesem Bild kommt es besonders dann, wenn Kalkeinlagerungen die Röntgendichte der silikotischen Knötchen erhöhen.

Bei einer Staubexposition, bei der neben Quarz auch andere Stäube auf die Lunge einwirken, erscheinen die röntgenologischen Veränderungen nicht so typisch wie bei der reinen Silikose. Die sog. Mischstaubsilikosen weisen unscharf begrenzte Fleckschatten als röntgenologisches Merkmal auf. Die Größe der einzelnen Flecken variiert stark. Es besteht eine Tendenz der Einzelschatten zu größeren Konglomeraten zu verschmelzen. Durch die Tuberkulose, die ja bekanntlich häufig bei Staublungerkrankungen als komplizierender Faktor hinzutritt, verändert sich das klassische Röntgenbild der Lungensilikose ebenfalls.

Silikotische Veränderungen zeichnen sich durch eine ausgeprägte Tendenz zur Schrumpfung aus. Einerseits führt dieser Effekt zu einem Kleinerwerden der Einzelherde, andererseits verursachen große Schwielen durch ihre narbige Zug-

wirkung globale Verlagerungen ganzer Lungenbezirke (REICHEL), Als Zentren solcher Schrumpfungsprozesse treten oft Schwierigkeiten an der Pleurawand und silikotische Veränderungen des Hilus auf, da diese in ihrer Lage fixiert sind. Die Folge ist eine Ausdünnung der Lungenstrukturen in den Lungenkernen.

Den Zusammenhang zwischen pulmonaler Hypertonie und Dilatation der Arteria pulmonalis hat WICK durch Messung des Pulmonalisdruckes und Vergleich mit der Stärke der Arteria pulmonalis als hoch signifikant gefunden. In Anwendung dieser Erkenntnisse wies RAUE eine kontinuierliche Zunahme der Stärke der Arteria pulmonalis mit ansteigendem Schweregrad der Silikose nach. Von diesem Parameter läßt sich nach seinen Angaben auf das Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale schließen.

Bei der Untersuchung des Zusammenhanges zwischen dem Cor pulmonale chronicum und verschiedenen, für das Emphysem typischen Röntgenparametern stützten wir uns bei der Beurteilung der Lungengefäßstrukturen auf bereits erörterte Vorbefunde (Arteria pulmonalis über 15mm, Kaliberabbrüche), wie sie auch in der Literatur häufig genannt werden.

Die Aufhellung der Lungenunterfelder bei Emphysepatienten - von uns als Transparenzunterschied zwischen Mittel- und Unterfeld der Lunge bezeichnet - ist eine altbekannte Erscheinung. Bereits HOLZKNECHT beschrieb dieses Phänomen. In der neueren Literatur wird die Wertigkeit dieses Merkmals gering eingeschätzt. Eine Überhellung der Lungenfelder insgesamt bezeichnet SCHRÖDER als untrügliches Zeichen des Emphysems, allerdings nur, wenn es mit einem verminderten oder aufgehobenen respiratorischen Transparenzwechsel einhergeht. Um diesen beurteilen zu können verlangt SCHRÖDER die Anfertigung zweier seitlicher Hartstrahltaufnahmen in maximaler Inspiration bzw. Expiration. HEINE beschreibt Aufhellungen der Lungenstruktur beim bullösen Emphysem, wobei die Zonen

vermehrter Strahlendurchlässigkeit topographisch den Bullae zuzuordnen sind.

Die Untersuchung des Zwerchfellstandes wird von vielen Autoren als sehr aussagekräftiger Parameter für die Einschätzung des Emphysems angesehen (McCARTHY, SCHMIDT, HOFNER). SCHMIDT hält das Vorliegen eines tiefstehenden und gleichzeitig abgeflachten Zwerchfelles für das wichtigste Kriterium des Lungenemphysems. Er fordert allerdings, daß die Aufnahme nicht in extremer Inspiration angefertigt wird. Bei FRUK gilt eine Reduktion der Zwerchfellohhe auf 40mm und weniger und eine Abflachung des Phrenicocostalwinkels auf unter 45 Grad als wichtiges röntgenologisches Emphysemzeichen.

IV.) Statistische Auswertung der Daten

Die statistische Auswertung erfolgte unter Anleitung des Institutes für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Erlangen-Nürnberg, Vorstand Prof. Dr. Horbach.

In der Regel wurde die statistische Überprüfung mit Hilfe des χ^2 -Testes durchgeführt.

Zur statistischen Auswertung der Tabellen, die sich auf Veränderungen der Lungengerüstzeichnung beziehen, wurde der Brandt-Snedecor-Test herangezogen, da hier verschiedene Qualitäten von Veränderungen der Gerüstzeichnung und nicht verschiedene Quantitäten eines Merkmales aufgeführt sind.

Oft konnten nicht bei allen Fällen sämtliche Parameter ausgewertet werden, da das vorliegende Material eine eindeutige Beurteilung nicht zuließ. Daher variieren die Fallzahlen der einzelnen Tabellen. Die Anzahl der fehlenden Fälle wird in der Spalte "missing cases" aufgeführt.

Ergebnisse

A.) Darstellung der Beziehungen zwischen der Silikose und dem chronischen Cor pulmonale

Alle unter A.) aufgeführten Tabellen beziehen sich auf das Kollektiv von 124 Patienten, bei denen silikotische Veränderungen nachgewiesen werden konnten.

Tab. 1

Ausmaß der Rechtsherzveränderung	Wandstärke des rechten Ventrikels			Summe
	bis 3mm	4 - 6mm	über 6mm	
kein Cor pulm. chron.	3 17.6 100.0	14 82.4 46.7	0 0.0 0.0	17
leichtes Cor pulm. chron.	0 0.0 0.0	14 73.7 46.7	5 26.3 23.8	19
mittelschweres Cor pulm. chron.	0 0.0 0.0	1 5.9 3.3	16 94.1 76.2	17
schweres Cor pulm. chron.	0 0.0 0.0	1 100.0 3.3	0 0.0 0.0	1
Summe	3	30	21	54
missing cases				70
Fallzahl des untersuchten Kollektivs				124

Beziehung zwischen den verschiedenen pathologisch-anatomisch diagnostizierten Schweregraden des chronischen Cor pulmonale und den an den Sektionspräparaten gemessenen Wandstärken der rechten Ventrikel.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $\chi^2 = 6.9134$ (FG = 2; P kleiner 0.01, d.h. statistisch signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1%; Zeile 2, 3 und 4, sowie Spalte 2 und 3 wurden bei der Auswertung zusammengefaßt). Die beschriebene pathologisch-

Silikose - Cor pulmonale chron.

anatomische Diagnose korreliert signifikant mit der Wandstärke des rechten Ventrikels und wird daher im weiteren als Kriterium für das chronische Cor pulmonale verwendet.

Tab.2

Intensität der Silikose	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
1 - 3	15 46.9 48.4	17 53.1 19.8	32
4 - 6	13 22.4 41.9	45 77.6 52.3	58
7 - 9	3 11.1 9.7	24 88.9 27.9	27
Summe	31	86	117
missing cases			7
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			124

Beziehung zwischen den verschiedenen Graden der anhand von Lungengroßflächenschnitten beurteilten Silikose und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Tab.3

Silikose - Cor pulmonale chron.

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Gerüst- zeichnung	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
normal	1 50.0 2.9	1 50.0 0.9	2
vermehrt	9 40.9 25.7	13 59.1 11.3	22
fleckig 1.5 bis 3mm	15 24.6 42.9	46 75.4 40.0	61
fleckig 3 bis 5mm	4 12.5 11.4	28 87.5 24.3	32
fleckig über 5mm	0 0.0 0.0	3 100.0 2.6	3
fleckig- streifig	2 50.0 5.7	2 50.0 1.7	4
großflächige Veränderungen	4 15.4 11.4	22 84.6 19.2	26
Summe	35	115	150
missing cases			
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			124

Beziehung zwischen verschiedenen röntgenologischen Veränderungen der Gerüstzeichnung und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozente.

Ergebnis: $X = 8.93$ ($FG = 3$; P kleiner 0.05 , d.h. statistisch signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger

Silikose - Cor pulmonale chron.

als 5%; Zeile 2 und 6 wurde in jeder Spalte bei der statistischen Auswertung zusammengefaßt). Die Wahrscheinlichkeit des chronischen Cor pulmonale nimmt mit der Fleckengröße zu. Auch großflächige Veränderungen weisen auf ein chronisches Cor pulmonale hin.

Durch additives Auftreten von mehreren Merkmalen bei einem einzigen Patienten ergab sich die hohe Gesamtsumme (150 Beobachtungen bei einem Kollektiv von 124 Patienten)

Tab.4

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Stärke der Arteria pulmonalis	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
bis 15mm	6 30.0 20.0	14 70.0 15.2	20
über 15mm	24 23.5 80.0	78 76.5 84.8	102
Summe	30	92	122
missing cases			2
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			124

Beziehung zwischen den beiden Gruppen der Stärke der Arteria pulmonalis im Bereich der Pars intermedia (bis 15mm, über 15mm) und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprocente.

Ergebnis: $X^2 = 0.3775$ (nicht signifikant). Ein Zusammenhang zwischen dem Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale und der Stärke der Arteria pulmonalis von über 15mm konnte statistisch nicht verifiziert werden.

Tab.5

Silikose - Cor pulmonale chron.

Kaliber- abbrüche	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
ja	21 25.3 75.0	62 74.7 67.4	83
nein	7 18.9 25.0	30 81.1 32.6	37
Summe	28	92	120
missing cases			4
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			124

Beziehung zwischen dem positiven bzw. negativen röntgenologischen Nachweis von Kaliberabbrüchen und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozente.

Ergebnis: $X^2 = 0.5827$ (nicht signifikant). Es besteht keine statistisch zu sichernde Korrelation zwischen dem Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale und dem Auftreten von Kaliberabbrüchen.

Tab.6

Silikose - Cor pulmonale chron.

Transparenz- unterschied zw.Mittel- u. Unterfeld	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
nein	9 50.0 30.0	9 50.0 9.6	18
ja	21 19.8 70.0	85 80.1 90.4	106
Summe	30	94	124
missing cases			0
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			124

Beziehung zwischen dem negativen bzw. positiven röntgenologischen Nachweis eines Transparenzunterschiedes zwischen Mittel- und Unterfeld der Lunge und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $X^2 = 7.6460$ (FG = 2; P kleiner 0.01, d.h. statistisch signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1%).

Der Zusammenhang zwischen dem Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale und dem Auftreten eines Transparenzunterschiedes zwischen Mittel- und Unterfeld der Lunge erwies sich als statistisch signifikant.

B.) Darstellung der Beziehungen zwischen dem Emphysem und dem chronischen Cor pulmonale

Unter Abschnitt B.) werden ausschließlich Fälle untersucht, bei denen ein pathologisch-anatomisch gesichertes Emphysem vorliegt. Die röntgenologischen Befunde werden in Beziehung zu Rechtsherzveränderungen im Sinne des chronischen Cor pulmonale gesetzt. Bei keinem dieser Patienten ergab sich ein Hinweis auf das Vorliegen einer Silikose.

Tab.7

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Intensität des Emphysems	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
1 - 4	240 89.9 72.3	46 10.1 52.3	286
5 - 8	84 83.9 25.3	37 16.1 42.0	121
9 - 12	8 61.5 12.4	5 38.5 5.7	13
Summe	332	88	420
missing cases			0
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			420

Beziehungen zwischen den verschiedenen Intensitäten des Emphysems und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: Auch bei ausgeprägten Emphysemen ist ein chronisches Cor pulmonale nicht obligatorisch.

Tab.8

Emphysem - Cor pulmonale chron.

Gerüst- zeichnung	Ausmaß der Rechtshertzveränderungen		Summe
	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
normal	49 87.5 18.0	7 12.5 8.1	56
vermehrt	100 70.3 36.8	31 23.7 36.0	131
fleckig 1.5 bis 3mm	48 55.0 17.6	16 25.0 18.6	64
fleckig 3 bis 5mm	29 65.0 10.7	15 54.1 17.4	44
fleckig über 5mm	11 91.7 4.0	1 8.3 1.2	12
fleckig- streifig	15 55.6 5.5	12 44.4 14.0	27
großflächige Veränderungen	20 85.3 7.4	4 10.7 4.7	24
Summe	272	86	358
missing cases			62
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			420

Beziehung zwischen den verschiedenen röntgenologischen Ausprägungen der Lungenstruktur und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtshertzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: X = 9.76 (nicht signifikant; zur statistischen Auswertung wurde der Brandt-Snedecor-Test verwendet; Zeile 2 und

Emphysem - Cor pulmonale chron.

6 wurden in jeder Spalte zu einer Gruppe zusammengefaßt). Die aufgeführten Veränderungen weisen keinen statistisch zu sichernden Zusammenhang auf mit dem Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale.

Tab.9

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Stärke der Arteria pulmonalis	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
bis 15mm	41 78.8 17.6	11 21.2 14.5	52
über 15mm	192 74.7 82.4	65 25.3 85.5	257
Summe	233	76	309
missing cases			111
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			420

Beziehung zwischen den beiden Gruppen der Stärke der Arteria pulmonalis im Bereich der Pars intermedia (bis 15mm, über 15mm) und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $X^2 = 0.3993$ (nicht signifikant). Ein Zusammenhang zwischen dem Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale und der Stärke der Arteria pulmonalis von über 15mm konnte statistisch nicht verifiziert werden.

Tab.10

Emphysem - Cor pulmonale chron.

Kaliber- abbrüche	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
ja	175 76.8 76.8	53 23.2 74.6	228
nein	53 74.8 23.2	18 25.4 25.4	71
Summe	228	71	299
missing cases			121
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			420

Beziehung zwischen dem positiven bzw. negativen röntgenologischen Nachweis von Kaliberabbrüchen und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $\chi^2 = 0.1326$ (nicht signifikant). Es besteht keine statistisch zu verifizierende Korrelation zwischen dem Vorliegen von Kaliberabbrüchen und dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale.

Tab.11

Emphysem - Cor pulmonale chron.

Transparenz- unterschied zw.Mittel- u. Unterfeld	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
nein	96 74.1 36.8	30 25.9 39.0	116
ja	148 75.9 63.2	47 24.1 61.0	195
Summe	234	77	311
missing cases			109
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			420

Beziehung zwischen dem negativen bzw. positiven röntgenologischen Nachweis eines Transparenzunterschiedes zwischen Mittel- und Unterfeld der Lunge und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Ergebnis: $X^2 = 0.1208$ (nicht signifikant). Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale und dem Nachweis eines Transparenzunterschiedes zwischen Mittel- und Unterfeld der Lunge erwies sich als nicht signifikant.

Tab.12

Emphysem - Cor pulmonale chron.

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Thoraxform	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
normal	129 75.3 54.9	42 34.7 54.5	171
glocken- förmig	67 77.0 28.5	20 23.0 26.0	87
faß- förmig	32 69.6 13.6	14 50.4 19.2	46
erhebliche Wirbelsäulen- deformität	7 87.5 3.0	1 10.5 1.3	8
Summe	235	77	312
missing cases			108
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			420

Beziehung zwischen verschiedenen Thoraxformen und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $\chi^2 = 0.4009$ (nicht signifikant; für den χ^2 -Test wurden die Zeilen "glockenförmig" und "faßförmig" zusammengefaßt. Die Zeile "erhebliche Wirbelsäulendeformität" wurde vernachlässigt). Es besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale und dem Vorliegen der obengenannten Veränderungen des knöchernen Thorax.

Tab.13

Emphysem - Cor pulmonale chron.

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Zwerchfell- höhe	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
bis 40mm	78 79.6 71.6	20 20.4 83.3	98
über 40mm	31 88.6 28.4	4 11.4 16.7	35
Summe	109	24	133
missing cases			287
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			420

Beziehung zwischen den beiden Gruppen von Zwerchfellhöhen (bis 40mm, über 40mm) und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $\chi^2 = 1.4061$ (nicht signifikant). Es ergab sich kein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale und der Höhe des Zwerchfells.

Die große Zahl der "missing cases" erklärt sich aus der Tatsache, daß die Messung der Zwerchfellhöhe in vielen Fällen nicht möglich war, da die benötigten Hilfspunkte nicht zu gewinnen waren (Verschattung der Phrenicocostalwinkel durch Ergüsse oder Verwachsungen, Phrenicocostalwinkel auf dem Röntgenbild nicht mehr dargestellt, Zwerchfelle extrem deformiert usw.).

Tab.14

Emphysem - Cor pulmonale chron.

Zwerchfell- winkel	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
bis 45 Grad	46 82.1 42.2	10 17.9 45.5	56
über 45 Grad	63 84.0 57.8	12 16.0 54.5	75
Summe	109	22	131
missing cases			289
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			420

Beziehung zwischen den beiden Gruppen von Zwerchfellwinkeln (bis 45 Grad, über 45 Grad) und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $X^2 = 0.0791$ (nicht signifikant). Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale und der Abflachung des Zwerchfellwinkels auf weniger als 45 Grad erwies sich als statistisch nicht signifikant.

Bezüglich der hohen Zahl der "missing cases" siehe Anmerkung Tab.13.

Tab.15

Emphysem - Cor pulmonale chron.

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Pleuraveränderungen	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
normal	96 75.6 82.1	31 24.4 79.5	127
basale Adhäsionen	14 70.0 12.0	6 30.0 15.4	20
lateral-basale Adhäsionen	5 71.4 4.3	2 28.6 5.1	7
apikale Adhäsionen	1 100.0 0.8	0 0.0 0.0	1
generalisierte Adhäsionen	1 100.0 0.8	0 0.0 0.0	1
Summe	117	39	156
missing cases			264
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			420

Beziehung zwischen verschiedenen Lokalisationen von Pleuraveränderungen und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $\chi^2 = 0.1270$ (nicht signifikant). Für den χ^2 -Test wurden die Zeilen 2,3,4 und 5 in jeder Spalte zu einer Gruppe zusammengefaßt. Es ergab sich kein statistisch zu sichernder Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale und den verschiedenen Pleuraveränderungen.

Die hohe Zahl der "missing cases" erklärt sich dadurch, daß in vielen Fällen keine verwertbaren Aussagen über die Veränderungen der Pleura gewonnen werden konnten.

C.) Darstellung der Beziehungen der unter A.) und B.) untersuchten Parameter und dem chronischen Cor pulmonale bei Patienten, bei denen keine Silikose und kein Emphysem vorliegt.

Alle unter C.) aufgeführten Tabellen beziehen sich auf eine Kontrollgruppe von Patienten, bei denen sich kein Hinweis auf das Vorliegen einer Silikose und eines Emphysems ergab.

Tab.16

Gerüst- zeichnung	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
normal	16 72.7 14.3	6 27.3 50.0	22
vermehrt	42 89.4 37.5	5 10.6 41.7	47
fleckig 1.5 bis 3mm	22 100.0 19.6	0 0.0 0.0	22
fleckig 3 bis 5mm	12 100.0 10.7	0 0.0 0.0	12
fleckig über 5mm	8 100.0 7.1	0 0.0 0.0	8
fleckig- streifig	6 100.0 5.4	0 0.0 0.0	6
großflächige Veränderungen	6 85.7 5.4	1 14.3 8.3	7
Summe	112	12	124
missing cases			
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			102

Kontrollgruppe - Cor pulmonale chron.

Beziehung zwischen den verschiedenen röntgenologischen Ausprägungen der Lungenstruktur und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprocente.

Ergebnis: Die zu geringen Fallzahlen ließen eine statistische Auswertung dieser Tabelle nicht zu. Offensichtlich spricht keiner der angeführten Parameter der Lungengerüstzeichnung für das Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale.

Durch additives Auftreten von mehreren Merkmalen bei einem einzigen Patienten ergab sich die hohe Gesamtsumme (124 Beobachtungen bei 102 untersuchten Patienten).

Tab. 17

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Stärke der Arteria pulmonalis	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
bis 15mm	26 100.0 29.9	0 0.0 0.0	26
über 15mm	61 83.6 70.1	12 16.4 100.0	73
Summe	87	12	99
missing cases			3
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			102

Beziehung zwischen den beiden Gruppen der Stärke der Pars intermedia der Arteria pulmonalis (bis 15mm, über 15mm) und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprocente.

Ergebnis: $\chi^2 = 4.8634$ (FG = 2; P kleiner 0.05, d.h. statistisch signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5%).

Die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale und der Zunahme der Stärke der Arteria pulmonalis auf über 15mm erbrachte ein statistisch signifikantes Ergebnis (siehe auch Diskussion).

Tab.18

Kontrollgruppe - Cor pulmonale chron.

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Kaliberabbrüche	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
ja	50 53,9 59,9	5 10,1 51,5	55
nein	9 51,5 10,1	2 15,2 5,2	11
Summe	59	11	100
missing cases			2
Fallzahl des untersuchten Kollektive			100

Beziehung zwischen dem positiven bzw.negativen röntgenologischen Nachweis von Kaliberabbrüchen und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen,darunter Zeilen- und Spaltenprozente.

Ergebnis: $\chi^2 = 0.6511$ (nicht signifikant). Es besteht keine statistisch zu verifizierende Korrelation zwischen dem Vorliegen von Kaliberabbrüchen und dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale.

Tab.19

Kontrollgruppe - Cor pulmonale chron.

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Transparenz- unterschied zw.Mittel- u. Unterfeld	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
nein	36 87.8 44.4	5 12.2 41.7	41
ja	45 86.5 55.6	7 13.5 58.3	52
Summe	81	12	93
missing cases			9
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			102

Beziehung zwischen dem negativen bzw. positiven röntgenologischen Nachweis eines Transparenzunterschiedes zwischen Mittel- und Unterfeld der Lunge und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $X^2 = 0.0327$ (nicht signifikant). Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale und dem Vorliegen eines Transparenzunterschiedes zwischen Lungenmittel- und Lungenunterfeld ist statistisch nicht signifikant.

Tab.20

Kontrollgruppe - Cor pulmonale chron.

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Thoraxform	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
normal	51 87.9 56.7	7 12.1 58.3	58
glocken- förmig	22 91.7 24.4	2 8.3 16.7	24
faß- förmig	14 82.4 15.6	3 17.6 25.0	17
erhebliche Wirbelsäulen- deformität	3 100.0 3.3	0 0.0 0.0	3
Summe	90	12	102
missing cases			0
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			102

Beziehung zwischen verschiedenen Thoraxformen und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $X^2 = 0.0003$ (nicht signifikant; für den X^2 -Test wurden die Zeilen "glockenförmig" und "faßförmig" zusammengefaßt. Die Zeile "erhebliche Wirbelsäulendeformität" wurde vernachlässigt). Es besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale und dem Vorliegen der obengenannten Veränderungen des knöchernen Thorax.

Tab.21

Kontrollgruppe - Cor pulmonale chron.

	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
Zwerchfell- höhe	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
bis 40mm	30 93.7 58.8	2 6.3 66.7	32
über 40mm	21 95.5 41.2	1 4.5 33.3	22
Summe	51	3	54
missing cases			48
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			102

Beziehung zwischen den beiden Gruppen von Zwerchfellhöhen (bis 40mm, über 40mm) und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozente,

Ergebnis: $\chi^2 = 0.0721$ (nicht signifikant). Es ergab sich kein statistisch objektivierbarer Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale und der Höhe des Zwerchfells.

Bezüglich der hohen Zahl der "missing cases" siehe Anmerkung Tab.13.

Tab.22

Kontrollgruppe - Cor pulmonale chron.

Zwerchfell- winkel	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
bis 45 Grad	11 41.7 22.0	1 3.3 33.3	12
über 45 Grad	30 35.1 75.0	2 4.0 66.7	41
Summe	50	3	53
missing cases			49
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			102

Beziehung zwischen den beiden Gruppen von Zwerchfellwinkeln (bis 45 Grad, über 45 Grad) und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechtsherzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $\chi^2 = 0.2075$ (nicht signifikant). Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines chronischen Cor pulmonale und der Abflachung des Zwerchfellwinkels auf weniger als 45 Grad erwies sich als statistisch nicht signifikant.

Bezüglich der hohen Zahl der "missing cases" siehe Anmerkung Tab.13.

Tab.23

Kontrollgruppe - Cor pulmonale chron.

Pleuraver- änderungen	Ausmaß der Rechtsherzveränderungen		Summe
	kein Cor pulm. chron.	Cor pulm. chron.	
normal	50 87.7 90.9	7 12.3 100.0	57
basale Adhäsionen	3 100.0 5.5	0 0.0 0.0	3
lateral-basale Adhäsionen	0 - 0.0	0 - 0.0	0
apikale Adhäsionen	1 100.0 1.8	0 0.0 0.0	1
generalisierte Adhäsionen	1 100.0 1.8	0 0.0 0.0	1
Summe	55	7	62
missing cases			40
Fallzahl des untersuchten Kollektivs			102

Beziehung zwischen verschiedenen Lokalisationen von Pleura-
veränderungen und pathologisch-anatomisch gesicherten Rechts-
herzveränderungen.

Absolute Fallzahlen, darunter Zeilen- und Spaltenprozent.

Ergebnis: $X^2 = 0.6921$ (nicht signifikant). Es ergab sich kein
statistisch zu sichernder Zusammenhang zwischen dem Auftre-
ten eines chronischen Cor pulmonale und den verschiedenen
Pleuraveränderungen. (Zur statistischen Auswertung wurden die
Zeilen 2,3,4 und 5 in jeder Spalte zu einer Gruppe zusammen-
gefaßt).

Bezüglich der hohen Zahl der "missing cases" siehe Anmer-
kung Tab.15.

5.) Synopsis der Beziehungen zwischen dem chronischen Cor pulmonale und den verschiedenen röntgenologischen Veränderungen

Die nachfolgende Tabelle zeigt in Kurzform die Häufigkeiten im Zusammentreffen des chronischen Cor pulmonale mit verschiedenen, besonders typischen Parametern, die wir auf der Thoraxübersichtsaufnahme untersuchten.

Die Darstellung erfolgt aufgeschlüsselt nach den 3 differenzierten Kollektiven:

- 1.) Patienten mit Silikose
- 2.) Patienten mit Emphysem
- 3.) Kontrollgruppe

Die Angaben verstehen sich in Prozentanteilen der in Klammer unter n angegebenen Fallzahlen. Die Zahlen, die als n aufgeführt sind, entsprechen den korrespondierenden 100%. Die Prozentangaben zeigen somit die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der jeweiligen pathologischen Erscheinung an.

Unter 8. wurden alle pathologischen Veränderungen des Thorax zu einer Gesamtgruppe zusammengefaßt. Gleiches gilt für die unter 5. aufgeführten Pleuraveränderungen. Auch hier stehen alle Arten der Lokalisationen von Pleuraveränderungen den normalen Pleuraverhältnissen gegenüber.

Tab.24

Röntgenologischer Parameter	Silikose- patienten % n	Emphysem- patienten % n	Kontroll- gruppe % n
1.Gerüstzeichnung			
normal	50.0 (2)	12.5 (56)	27.3 (22)
vermehrt	59.1 (22)	23.7 (131)	10.6 (47)
fleckig 1.5 bis 3mm	75.4 (61)	25.0 (64)	0.0 (22)
fleckig 3 bis 5mm	87.5 (32)	34.1 (44)	0.0 (12)
fleckig über 5mm	100.0 (3)	8.3 (12)	0.0 (8)
fleckig- streifig	50.0 (4)	44.4 (27)	0.0 (6)
großflächige Veränderungen	84.6 (26)	16.7 (24)	14.3 (7)
2.Arteria pulmonalis			
über 15mm	76.5 (102)	25.3 (257)	16.4 (73)
3.Kaliberabbrüche	81.1 (37)	25.4 (71)	18.2 (11)
4.Transparenz- unterschied	80.1 (85)	24.1 (195)	13.5 (52)
5.Pleuraver- änderungen		20.7 (29)	0.0 (5)
6.Zwerchfellwinkel			
bis 45 Grad		17.9 (56)	8.3 (12)
7.Zwerchfellhöhe			
bis 40mm		20.4 (98)	6.3 (32)
8.Thoraxform		25.0 (141)	11.4 (44)

V.) Diskussion

Wie schon die Tabelle der Synopsis der Ergebnisse in den 3 untersuchten Gruppen zeigt, variieren die Resultate je nach untersuchtem Merkmal stark.

Für die Gruppe der Silikosepatienten gilt, daß hier aus der röntgenologischen Beurteilung des Lungenparenchyms die besten Hinweise auf das Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale gezogen werden können. Es kommt dabei im wesentlichen auf die fleckförmigen Veränderungen gemäß der ILO-Klassifikation an. Die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale nimmt mit wachsender Größe der fleckförmigen Veränderungen zu.

Ähnlich eng sind auch die Beziehungen zwischen dem Merkmal "großflächige Veränderungen" und dem chronischen Cor pulmonale. Bei dem kleinen Rest von Fällen, bei denen trotz großflächiger Veränderungen auf dem Röntgenbild kein chronisches Cor pulmonale nachzuweisen ist, muß eine andere Ursache für die Ausprägung des röntgenologischen Merkmals in Betracht gezogen werden. Dabei wäre an maligne Veränderungen, ausgeprägte Schwielen und sonstige mit umschriebenen Verdichtungen einhergehende Lungenprozesse zu denken.¹⁾

Gegenüber diesen auch statistisch signifikanten Beziehungen ist der Wert der Untersuchungen, die sich auf die defas-

1): im Gesamtkollektiv der 825 Fälle fanden sich - pathologisch-anatomisch gesichert - derartige Erkrankungen in folgendem Ausmaß:

- Lungentumor ca. 11% (88 Fälle)
- Metastasenlunge ca. 5% (45 Fälle)
- Pneumonie ca. 24% (199 Fälle)
- Lungen-Tbc ca. 1% (7 Fälle)
- Lungenödem ca. 14% (126 Fälle)

strukturen beziehen, nur zweitrangig. Zwar fand sich in einem hohen Prozentsatz die Dilatation der Arteria pulmonalis auf Werte über 15mm zusammen mit einem chronischen Cor pulmonale, doch ließ sich dieser Zusammenhang statistisch nicht verifizieren. Ähnliches gilt auch für den Parameter "Kaliberabbrüche". Für beide Merkmale läßt sich sagen, daß ihr Vorliegen in einem gewissen Maße für ein chronisches Cor pulmonale spricht. Ihr Fehlen darf jedoch nie als Hinweis auf normale Rechtsherzverhältnisse gewertet werden.

Diese eingeschränkte Aussagekraft hängt sicherlich damit zusammen, daß die Silikose als Lungenparenchymerkrankung die Lungenstruktur alteriert und damit die Beurteilung des relativ subtilen Parameters der Kaliberabbrüche außerordentlich erschwert. Bei der Beurteilung der Stärke der Arteria pulmonalis können Veränderungen des unmittelbar benachbarten Hilus und der Hiluslymphknoten die exakte Darstellung des Gefäßes beeinträchtigen.

Überraschenderweise erbrachte die Untersuchung des Transparenzunterschiedes zwischen Lungenmittel- und Lungenunterfeldes ein hochsignifikantes Ergebnis. Es ist denkbar, daß es bei der Entstehung dieses Effektes zur Summation zweier Mechanismen kommt. Wie oben erörtert, kommt es im Rahmen einer pulmonalen Hypertonie zu Anpassungsvorgängen im Lungengefäßbett. Als wichtigste Reaktion bezeichnet GIESE die Veränderungen an den Arterien vom muskulären Typ. Als Endergebnisse finden sich hochgradige Stenosen und Verschlüsse. Diese Obliterationen mit Ausschaltung der nachgeordneten Gefäßbezirke von der Perfusion reduzieren die zu durchstrahlenden Strukturen und führen so zu einer Aufhellung im Röntgenbild. Gleichzeitig verursachen die silikotischen Knötchen durch ihre Schrumpfungstendenz die Ausbildung eines perinodulären Emphysems. Auch dies führt zur Rarefizierung der Lungenstruktur.

Auf dieses deutlich verminderte Lungengerüst wirkt nun die sich über weite Distanzen erstreckende Schrumpfungsnéigung der großen silikotischen Veränderungen ein, die besonders im Hilusbereich lokalisiert sind. Diese Schrumpfung des Lungenparenchyms kommt "röntgenphotographisch" besonders in den Unterfeldern zum Tragen. Hier besteht die größte Ausdehnung der Lunge. Entsprechend groß ist auch die Strahlentransparenz des emphysematös aufgelockerten Lungengerüsts.

Als wenig ergiebig erwiesen sich die Ergebnisse, die bei der Untersuchung der Gruppe mit Emphysempatienten gewonnen wurden. Wie zu erwarten war, ließen sich Veränderungen der Gerüstzeichnung mit den Rechtsherzveränderungen nicht in eindeutige Beziehung setzen. Die höchste Prozentzahl der Koinzidenz fand sich bei den fleckig-streifigen Veränderungen, für die als Ursache die Emphysebronchitis in Frage kommt.¹⁾

Auch der Transparenzunterschied zwischen Lungenmittel- und Lungenunterfeld ist nach dem Ergebnis unserer Untersuchung bei Patienten mit Emphysem für die Diagnose des chronischen Cor pulmonale nicht verwertbar. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß möglicherweise präfinale Lungenveränderungen bei der exakten Beurteilung dieses Parameters störend interferierten. Des weiteren muß auf die Abhängigkeit der Transparenz der Lungenunterfelder von der mehr oder weniger ausgeprägten Weichteilbedeckung (z.B. Mamma) hingewiesen werden.

Bezüglich der Thoraxform hat bereits FRIK unter Bestätigung früherer Arbeiten berichtet, daß dieser Parameter für die Emphysemdagnostik nicht brauchbar ist. Unter der Voraussetzung, daß das Emphysem ursächlich mit dem chronischen Cor pulmonale in Verbindung steht, ist daher auch kein direkter Zusammenhang zwischen Veränderungen des knöchernen Thorax

1) Im Gesamtkollektiv der 825 Fällen lag in ca. 41% der Fälle (341 Fälle) eine pathologisch-anatomisch gesicherte chronische Bronchitis vor.

und der untersuchten Rechtsherzhypertrophie zu erwarten. Unsere Untersuchung bestätigt diese Annahme. Thoraxdeformierungen treten in großer Zahl auf, ohne daß es zu einem Emphysem und zur chronischen Rechtsherzbelastung kommen muß.

Bei der Untersuchung des Zwerchfelles, wo wir die Höhe der Zwerchfellkuppel und den Zwerchfellwinkel maßen, ergaben sich keine diagnostisch verwertbaren Zusammenhänge mit dem chronischen Cor pulmonale. FRIK hatte angegeben eine Zwerchfellohne von weniger als 40mm und ein Zwerchfellwinkel von weniger als 45 Grad sei ein statistisch sicheres Hinweiszeichen auf ein Emphysem. Diese Angaben müssen jedoch mit großen Vorbehalten betrachtet werden. Der Stand des Zwerchfelles und damit seine Höhe und die Größe des Zwerchfellwinkels ist unmittelbar vom Grad der Inspiration im Augenblick der Röntgenaufnahme abhängig. Er ist also subjektiv beeinflussbar.

Daher konnten die Ergebnisse FRIKS auch von anderen Untersuchern (MANECKE, HAWLITSCHKE) nicht bestätigt werden.

In der als Kontrollgruppe mitgeführten Zusammenstellung von Patienten ohne Silikose und Emphysem erwies sich ein Zusammenhang zwischen einer röntgenologischen Veränderung und dem chronischen Cor pulmonale als statistisch signifikant. Die Beziehung zwischen der auf mehr als 15mm erweiterten Arteria pulmonalis und der chronischen Rechtsherzhypertrophie weist eine eindeutige, statistisch verwertbare Korrelation auf. Dies scheint die grundsätzlichen Überlegungen über die Auswirkungen der pulmonalen Hypertonie auf dieses Gefäß zu bestätigen. Möglicherweise wird durch das Fehlen einer Silikose und eines Emphysems die Beurteilung des Röntgenbildes einfacher und die Darstellung und Messung der Arteria pulmonalis exakter. Allerdings ist dieses Kollektiv nicht als eine Kontrollgruppe lungengesunder Patienten zu betrachten. Die in dieser Gruppe aufgeführten Fälle wiesen zwar keine Silikose und kein

Emphysem auf, ansonsten aber war das ganze Spektrum der Lungenkrankheiten vertreten. Dies erklärt auch, daß bei 12 Patienten ein chronisches Cor pulmonale vorlag.

Alle anderen untersuchten Parameter lassen keinen eindeutigen Zusammenhang mit dem chronischen Cor pulmonale erkennen.

VI.) Zusammenfassung

Ausgehend von einem Material von 825 Fällen wurde anhand eines Kollektivs von 646 Patienten die Frage der Diagnose des chronischen Cor pulmonale an der Thoraxübersichtsaufnahme untersucht. Die Darstellung erfolgte in 3 Gruppen von je einem Kollektiv von Silikosepatienten (124 Fälle) und Emphysepatienten (420 Fälle), sowie einer Kontrollgruppe (102 Fälle)

Wir verglichen die pathologisch-anatomisch festgestellten Rechtsherzveränderungen mit verschiedenen Röntgenparametern.

Folgende röntgenologische Merkmale wurden untersucht:

- 1) Veränderungen der Lungengerüstzeichnung (unter Anwendung der ILO-Klassifikation)
- 2) Kaliberstärke der Pars intermedia der Arteria pulmonalis
- 3) Kaliberabbrüche der peripheren Lungengefäße
- 4) Transparenzunterschied zwischen Lungenmittelfeld und Lungenunterfeld
- 5) Thoraxform
- 6) Zwerchfellhöhe
- 7) Zwerchfellwinkel
- 8) Pleuraveränderungen

Bei der statistischen Auswertung wurde der χ^2 -Test, bzw. der Brandt-Snedecor-Test angewandt.

In der Gruppe der Silikosepatienten erwiesen sich die Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von fleckförmigen und großflächigen Lungengerüstveränderungen und der Ausprägung eines chronischen Cor pulmonale als statistisch signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner 5%), ebenso die Beziehung zwischen dem chronischen Cor pulmonale und dem Transparenzunterschied zwischen Lungenmittel- und Lungenunterfeld (Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner 1%)

In der Gruppe der Emphysepatienten konnte keiner der untersuchten Parameter in statistisch signifikante Korrelation

zum Auftreten eines chronischen Cor pulmonale gebracht werden.

Die Kontrollgruppe erbrachte einen eindeutigen Befund in den Beziehungen zwischen der Kaliberstärke der Arteria pulmonalis und der Ausprägung eines chronischen Cor pulmonale (Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner 5%).

Alle übrigen röntgenologischen Merkmale konnten in keine statistisch verwertbare Korrelation zum Vorliegen eines chronischen Cor pulmonale gebracht werden.

VII.) Literaturangaben

- 1) ARNOLD O.H., BECK K.D.
Handbuch der Inneren Medizin, Bd. 9
Berlin 1960
- 2) BRUNNER P.
Technik papier- und folienmontierter Organgroßflächen-
schnitte ("GOUGH-sections")
Zeitschr. des dtva 24, 121, 1978
- 3) DOCUMENTA GEIGY
Wissenschaftliche Tabellen
7. Auflage, Basel 1969
- 4) FELSON B.
Some roentgenologic aspects of pulmonary emphysema
Postgrad. Med. 54, 76, 1973
- 5) FRIK W., HESSE R., ZEILHOFER R.
Die Röntgendiagnostik des Lungenemphysems
ROEFO 88, 125, 1958
- 6) GAMSU G., NADEL J.A.
The roentgenologic manifestations of emphysema and
chronic bronchitis
Med. Clin. North. Am. 57, 719, 1973
- 7) GIESE W.
Morphologie des Cor pulmonale und seine Ursachen
Verh. dtsh. Ges. Inn. Med. 72, 469, 1966
- 8) GROSS R., SCHÖLMERICH P.
Lehrbuch der Inneren Medizin
Stuttgart 1977
- 9) HAWLITSCHKE M.
Zur Frage des Aussagewertes einer routinemässigen
Thoraxübersichtsaufnahme bei der Emphysem diagnostik
Erlangen 1979
Inauguraldissertation

- 10) HOFNER W., KOSTER W., SEIDL G., KUMMER F.
Röntgenologische Aspekte beim Emphysem
ROEFO 127, 520, 1977
- 11) HOLZNECHT G.
Die röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen der
Brusteingeweide
Hamburg 1901
- 12) HORNYKIEWYTSCH TH., STENDER H. ST.
Die Gefäßveränderungen bei Emphysem und Pulmonalsklerose
ROEFO 82, 642, 1955
- 13) JIPP F.
Pathogenese und Diagnostik des chronischen Cor pulmo-
nale
Med. Klin. 64, 2319, 1969
- 14) LAPP H.
Morphologie der pulmonalen Hypertonie
Med. Welt 23, 999, 1972
- 15) LAWS J. W.
Prevalence of emphysema: radiographic features
Proc. R. Soc. Med. 69, 131, 1976
- 16) LUPI E., DUMONT C.
A radiologic index of pulmonary arterial hypertension
Chest 68, 28, 1975
- 17) MANECKE H., WICKE H., HAMM J.
Untersuchungen zur Röntgendiagnostik des Lungenemphysems
ROEFO 95, 42, 1961
- 18) MCCARTHY D. S., ROBERTSON M., SIMON G.
Diagnosis of emphysema
Chest 68, 46, 1975
- 19) NUMBERGER
Radiologische Diagnostik des Cor pulmonale chronicum
Wien. Med. Wochenschr. 124, 485, 1974
- 20) OTTO H.
Definition und Ursachen des Cor pulmonale
Med. Welt 23, 997, 1972

- 21) OTTO H., ZEILHOFER R., REISSINGER O.
Vergleichende Untersuchungen zur Klinik und Symptomatik
morphologisch gesicherter Emphysemfälle
Prax.Pneumol.23, 776, 1969
- 22) RAUE I.
Messbare Lungenstrukturen im Röntgenbild bei Patienten
mit Silikose
- 23) REICHEL G.
Pulmonale Hypertonie bei Silikose
Med.Welt 23, 1025, 1972
- 24) REICHEL G.
Die Silikose (Anthrakosilikose)
Prax.Pneumolog.32, 79, 1978
- 25) REINDELL H., DOLL E.
Die Röntgendiagnostik des Cor pulmonale
Verh.dtsch.Ges.Inn.Med.72, 529, 1966
- 26) SANDRITTER W.
Makropathologie
Stuttgart 1975
- 27) SCHERMULY W., JANSEN N., ODENWÄLDER I.
Die messbaren Lungenstrukturen im Röntgenbild
ROEFO 111, 68, 1969
- 28) SCHRÖDER W.
Objektive Routinediagnostik des Lungenemphysems
ROEFO 92, 491, 1960
- 29) SILL V., SIEMSEN S., WIENERS H.
Möglichkeiten und Grenzen bei der Diagnostik des chronischen Cor pulmonale im konventionellen Röntgenbild
Radiologe 16, 398, 1976
- 30) SMIDT U., SCHNELLBÄCHER F.
Autoptisch verifizierte Rechtsherzhypertrophie und die
Symptome ihrer Entwicklung bei Silikosekranken
Prax.Pneumolog.32, 79, 1978

- 31) SYLLIA A.
Lungenerkrankungen, Bd. 2
Leipzig 1978
- 32) THURLBECK W.M., SIMON G.
Radiographic appearance of the chest in emphysema
AJR 130, 429, 1978
- 33) THURN P.
Die Röntgenuntersuchung des Cor pulmonale
Praxis 59, 1506, 1970
- 34) WETTENGEL R., REICHELT H.
Vergleich hämodynamischer und röntgenologischer Parameter bei Kranken mit chronischem Cor pulmonale
Pneumologie 149, 127, 1973
- 35) WICK R., AMREIN R., BURCHHARDT D.
Zur Diagnose des chronischen Cor pulmonale im Röntgenbild
Schweiz.med.Wschr. 100, 2174, 1970
- 36) ZISKIND M., JONES R.N., WEILL H.
Silicosis
Am.Rev.Respir.Dis. 113, 643, 1976

Herrn Prof.Dr.med.Dr.rer.nat.C.D.Bloedner danke ich für die Überlassung des Themas, die größtenteils übernommene Röntgenbeurteilung und die wertvollen Hilfen bei der Abfassung der Arbeit,

Herrn Priv.-Doz.Dr.med.Dr.med.vet.H.-P.Brunner, vormalig am Pathologisch-anatomischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg, für die freundliche Unterstützung bei der Beurteilung der Lungenschnitte,

Frau Dr.rer.nat.I.Guggenmoos-Holzmann und Herrn Dr.rer. biol.hum.H.Freestele vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Erlangen-Nürnberg für die Beratung bei der Ausarbeitung des statistischen Teiles.

Lebenslauf

Am 3. Februar 1952 wurde ich als zweites von drei Kindern des Bäckermeisters Heinrich Weidig und seiner Ehefrau Rita, geb. Messingschlager, in Bamberg geboren.

Von 1958 bis 1962 besuchte ich die Volksschule St. Gangolf in Bamberg. Anschließend wechselte ich an das Franz-Ludwig-Gymnasium Bamberg über, wo ich den humanistischen Zweig besuchte und am 23. Juni 1972 die Reifeprüfung ablegte.

In der Zeit von Juli 1972 bis September 1973 leistete ich den Grundwehrdienst ab.

Zum Wintersemester 1973 nahm ich das Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg auf, das ich nach 12 Semestern mit Ablegen der Ärztlichen Prüfung am 24.10.1979 erfolgreich abschloß. Am 7. November erhielt ich die Approbation als Arzt.

Heinrich Weidig

